

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



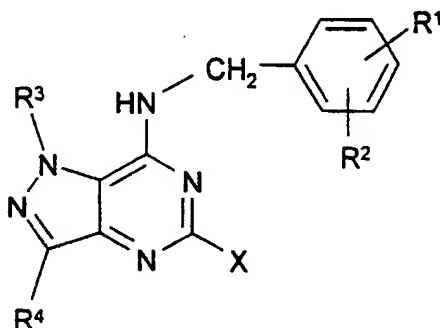
(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. März 2001 (15.03.2001)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**PCT WO 01/18004 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C07D 487/04, A61K 31/519, A61P 9/00, 15/10 // (C07D 487/04, 239:00, 231:00)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/08257
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
24. August 2000 (24.08.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
199 42 474.8 6. September 1999 (06.09.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MERCK PATENT GMBH [DE/DE]; Frankfurter Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JONAS, Rochus [DE/DE]; Stormstrasse 7, 64291 Darmstadt (DE). EGGENWEILER, Hans-Michael [DE/DE]; Heinrichstrasse 46, 64331 Weiterstadt (DE). SCHELLING, Pierre [CH/DE]; Bordenbergweg 17, 64367 Mühlthal (DE). CHRISTADLER, Maria [DE/DE]; Dürerstrasse 10, 63322 Rödermark (DE). BEIER, Norbert [—/DE]; Maximilian-Kolbe-Strasse 11, 64354 Reinheim (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: MERCK PATENT GMBH; Frankfurter Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:  
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: PYRAZOLO[4,3-d]PYRIMIDINES

(54) Bezeichnung: PYRAZOLO[4,3-d]PYRIMIDINE



(57) Abstract: The invention relates to pyrazolo[4,3-d]pyrimidines of formula (I) and to their physiologically safe salts, wherein R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> and X have the meanings cited in Claim No. 1. The inventive compounds have a phosphodiesterase V- inhibitory effect and can be used to treat diseases of the cardiovascular system and in the treatment and/or therapy of disturbances in virility.

(57) Zusammenfassung: Pyrazolo[4,3-d]pyrimidine der Formel (I), sowie deren physiologisch unbedenklichen Salze, worin R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> und X die in Anspruch (1) angegebenen Bedeutungen haben, zeigen eine Phosphodiesterase V-Hemmung und können zur Behandlung von Erkrankungen des

Herz-Kreislaufsystems und zur Behandlung und/oder Therapie von Potenzstörungen eingesetzt werden.

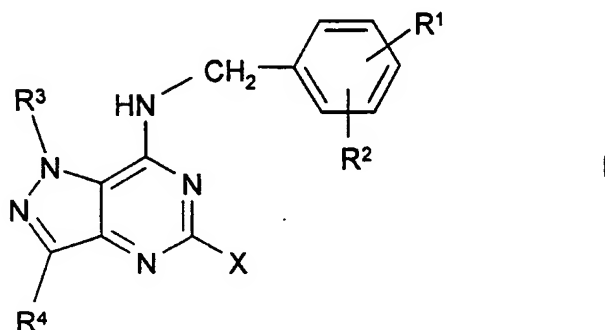
WO 01/18004 A2

# Pyrazolo[4,3-d]pyrimidine

Die Erfindung betrifft Verbindungen der Formel I

5

10



worin

15  $R^1, R^2$  jeweils unabhängig voneinander H, A, OH, OA oder Hal,

$R^1$  und  $R^2$  zusammen auch Alkylen mit 3-5 C-Atomen,  
-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-, -O-CH<sub>2</sub>-O- oder  
-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-,

20

$R^3, R^4$  jeweils unabhängig voneinander H oder A,

X einfach durch  $R^8$  substituiertes  $R^5, R^6$  oder  $R^7$ ,

25

$R^5$  lineares oder verzweigtes Alkyl mit 1-10 C-Atomen,  
worin eine oder zwei CH<sub>2</sub>-Gruppen durch -CH=CH-  
Gruppen, O, S oder SO ersetzt sein können,

$R^6$  Cycloalkyl oder Cycloalkylalkyl mit 5-12 C-Atomen,

30

$R^7$  Phenyl oder Phenylmethyl,

$R^8$  COOH, COOA, CONH<sub>2</sub>, CONHA, CON(A)<sub>2</sub> oder CN,

35

A Alkyl mit 1 bis 6 C-Atomen und

Hal F, Cl, Br oder I

bedeuten,

sowie deren physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate.

5

Pyrimidinderivate sind beispielsweise aus der EP 201 188 oder der WO 93/06104 bekannt.

10

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, neue Verbindungen mit wertvollen Eigenschaften aufzufinden, insbesondere solche, die zur Herstellung von Arzneimitteln verwendet werden können.

15

Es wurde gefunden, daß die Verbindungen der Formel I und ihre Salze bei guter Verträglichkeit sehr wertvolle pharmakologische Eigenschaften besitzen.

Insbesondere zeigen sie eine spezifische Inhibierung der cGMP-Phosphodiesterase (PDE V).

20

Chinazoline mit cGMP-Phosphodiesterase hemmender Aktivität sind z.B. in J. Med. Chem. 36, 3765 (1993) und *ibid.* 37, 2106 (1994) beschrieben.

25

Die biologische Aktivität der Verbindungen der Formel I kann nach Methoden bestimmt werden, wie sie z.B. in der WO 93/06104 beschrieben sind. Die Affinität der erfindungsgemäßen Verbindungen für cGMP- und cAMP-Phosphodiesterase wird durch die Ermittlung ihrer IC<sub>50</sub>-Werte (Konzentration des Inhibitors, die benötigt wird, um eine 50 %ige Inhibierung der Enzymaktivität zu erreichen) bestimmt.

30

Zur Durchführung der Bestimmungen können nach bekannten Methoden isolierte Enzyme verwendet werden (z.B. W.J. Thompson et al., Biochem. 1971, 10, 311). Zur Durchführung der Versuche kann eine modifizierte "batch"-Methode von W.J. Thompson und M.M. Appleman (Biochem. 1979, 18, 5228) angewendet werden.

35

Die Verbindungen eignen sich daher zur Behandlung von Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, insbesondere der Herzinsuffizienz und zur Behandlung und/oder Therapie von Potenzstörungen (erektile Dysfunktion).

Die Verwendung von substituierten Pyrazolopyrimidinonen zur Behandlung von Impotenz ist z.B. in der WO 94/28902 beschrieben.

5 Die Verbindungen sind wirksam als Inhibitoren der Phenylephrin-induzierten Kontraktionen in Corpus cavernosum-Präparationen von Hasen. Diese biologische Wirkung kann z.B. nach der Methode nachgewiesen werden, die von F. Holmquist et al. in J. Urol., 150, 1310-1315 (1993) beschrieben wird.

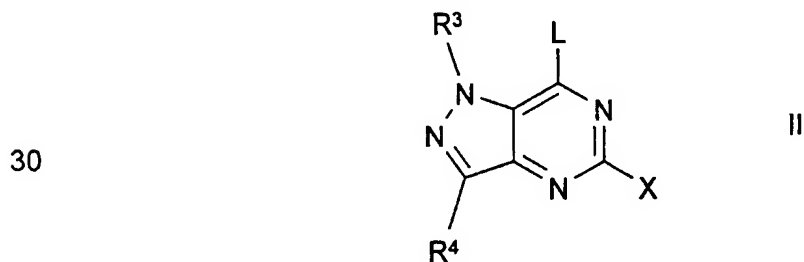
10 Die Inhibierung der Kontraktion, zeigt die Wirksamkeit der erfindungsgemäßen Verbindungen zur Therapie und/oder Behandlung von Potenzstörungen.

15 Die Verbindungen der Formel I können als Arzneimittelwirkstoffe in der Human- und Veterinärmedizin eingesetzt werden. Ferner können sie als Zwischenprodukte zur Herstellung weiterer Arzneimittelwirkstoffe eingesetzt werden.

20 Gegenstand der Erfindung sind dementsprechend die Verbindungen der Formel I sowie ein Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 sowie deren Salzen,

dadurch gekennzeichnet, daß man

25 a) eine Verbindung der Formel II



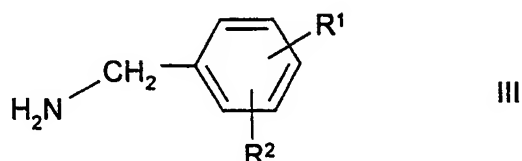
worin

35 R³, R⁴ und X die angegebenen Bedeutungen haben,

und L Cl, Br, OH, SCH<sub>3</sub> oder eine reaktionsfähige veresterte OH-Gruppe bedeutet,

mit einer Verbindung der Formel III

5



10

worin

R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> die angegebenen Bedeutungen haben,

umsetzt,

15

oder

b) in einer Verbindung der Formel I einen Rest X in einen anderen Rest X umwandelt, indem man z.B. eine Estergruppe zu einer COOH-Gruppe hydrolysiert oder eine COOH-Gruppe in ein Amid oder in eine Cy-angruppe umwandelt

20

und/oder daß man eine Verbindung der Formel I in eines ihrer Salze überführt.

25

Unter Solvaten der Verbindungen der Formel I werden Anlagerungen von inerten Lösungsmittelmolekülen an die Verbindungen der Formel I verstanden, die sich aufgrund ihrer gegenseitigen Anziehungskraft ausbilden. Solvate sind z.B. Mono- oder Dihydrate oder Alkoholate.

30

Vor- und nachstehend haben die Reste R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, X und L die bei den Formeln I, II und III angegebenen Bedeutungen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

35

A bedeutet Alkyl mit 1-6 C-Atomen.

In den vorstehenden Formeln ist Alkyl vorzugsweise unverzweigt und hat 1, 2, 3, 4, 5 oder 6 C-Atome und bedeutet vorzugsweise Methyl, Ethyl oder

Propyl, weiterhin bevorzugt Isopropyl, Butyl, Isobutyl, sek.-Butyl oder tert.-Butyl, aber auch n-Pentyl, Neopentyl, Isopentyl oder Hexyl.

X bedeutet einen einfach durch  $R^7$  substituierten  $R^5$ -,  $R^6$ - oder  $R^7$ -Rest.

5

$R^5$  bedeutet einen linearen oder verzweigten Alkylenrest mit 1-10 C-Atomen, wobei der Alkylenrest vorzugsweise z.B. Methylen, Ethylen, Propylen, Isopropylen, Butylen, Isobutylen, sek.-Butylen, Pentylen, 1-, 2- oder 3-Methylbutylen, 1,1-, 1,2- oder 2,2-Dimethylpropylen, 1-Ethylpropylen, Hexylen, 1-, 2-, 3- oder 4-Methylpentylen, 1,1-, 1,2-, 1,3-, 2,2-, 2,3- oder 3,3-Dimethylbutylen, 1- oder 2-Ethylbutylen, 1-Ethyl-1-methylpropylen, 1-Ethyl-2-methylpropylen, 1,1,2- oder 1,2,2-Trimethylpropylen, lineares oder verzweigtes Heptylen, Octylen, Nonylen oder Decylen bedeutet.  $R^5$  bedeutet ferner z.B. But-2-en-ylen oder Hex-3-en-ylen.

10

15

Vorzugsweise kann eine  $CH_2$ -Gruppe in  $R^5$  durch Sauerstoff ersetzt sein. Ganz besonders bevorzugt ist Ethylen, Propylen, Butylen oder  $CH_2-O-CH_2$ .

$R^6$  bedeutet Cycloalkylalkylen mit 5-12 C-Atomen, vorzugsweise z.B. Cyclopentylmethylen, Cyclohexylmethylen, Cyclohexylethylen, Cyclohexylpropylen oder Cyclohexylbutylen.

20

$R^6$  bedeutet auch Cycloalkyl mit vorzugsweise mit 5-7 C-Atomen. Cycloalkyl bedeutet z.B. Cyclopentyl, Cyclohexyl oder Cycloheptyl.

Hal bedeutet vorzugsweise F, Cl oder Br, aber auch I.

25

Die Reste  $R^1$  und  $R^2$  können gleich oder verschieden sein und stehen vorzugsweise in der 3- oder 4-Position des Phenylrings. Sie bedeuten beispielsweise jeweils unabhängig voneinander H, Alkyl, OH, F, Cl, Br oder I oder zusammen Alkylen, wie z.B. Propylen, Butylen oder Pentylen, ferner Ethylenoxy, Methylendioxy oder Ethylendioxy. Bevorzugt stehen sie auch jeweils für Alkoxy, wie z.B. für Methoxy, Ethoxy oder Propoxy.

30

Der Rest  $R^8$  bedeutet vorzugsweise z.B.  $COOH$ ,  $COOA$  wie z.B.  $COOCH_3$  oder  $COOC_2H_5$ ,  $CONH_2$ ,  $CON(CH_3)_2$ ,  $CONHCH_3$  oder  $CN$ , insbesondere aber  $COOH$  oder  $COOA$ .

35

Für die gesamte Erfindung gilt, daß sämtliche Reste, die mehrfach auftreten, gleich oder verschieden sein können, d.h. unabhängig voneinander sind.

- 5 Dementsprechend sind Gegenstand der Erfindung insbesondere diejenigen Verbindungen der Formel I, in denen mindestens einer der genannten Reste eine der vorstehend angegebenen bevorzugten Bedeutungen hat. Einige bevorzugte Gruppen von Verbindungen können durch die folgenden Teilformeln Ia bis If ausgedrückt werden, die der Formel I entsprechen und  
 10 worin die nicht näher bezeichneten Reste die bei der Formel I angegebene Bedeutung haben, worin jedoch

in Ia X durch COOH, COOA, CONH<sub>2</sub>, CONA<sub>2</sub>, CONHA oder  
 15 CN substituiertes R<sup>5</sup>, Phenyl oder Phenylmethyl bedeuten;

in Ib R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> zusammen Alkylen mit 3-5 C-Atomen, -O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-,  
 -O-CH<sub>2</sub>-O- oder -O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O,  
 X durch COOH, COOA, CONH<sub>2</sub>, CONA<sub>2</sub>, CONHA oder  
 20 CN substituiertes R<sup>5</sup>, Phenyl oder Phenylmethyl bedeuten;

in Ic R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander H, A, OH, OA oder  
 Hal,  
 25 R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> zusammen auch Alkylen mit 3-5 C-Atomen,  
 -O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-, -O-CH<sub>2</sub>-O- oder -O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O,  
 X durch COOH, COOA, CONH<sub>2</sub>, CONA<sub>2</sub>, CONHA oder  
 CN substituiertes R<sup>5</sup>, Phenyl oder Phenylmethyl  
 bedeuten;

30 in Id R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander H, A, OH, OA oder  
 Hal,  
 R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> zusammen auch Alkylen mit 3-5 C-Atomen,  
 -O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-, -O-CH<sub>2</sub>-O- oder  
 35 -O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-,

5	X	einfach durch R <sup>8</sup> substituiertes Alkyl mit 2-5 C-Atomen, Cyclohexyl, Phenyl oder Phenylmethyl,
	R <sup>3</sup>	Alkyl mit 1-6 C-Atomen,
	R <sup>4</sup>	Alkyl mit 1-6 C-Atomen,
	R <sup>8</sup>	COOH oder COOA,
	A	Alkyl mit 1 bis 6 C-Atomen,
	Hal	F, Cl, Br oder I bedeuten;
10	in le	R <sup>1</sup> , R <sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander H, A, OH, OA oder Hal,
	R <sup>1</sup> und R <sup>2</sup>	zusammen auch Alkyl mit 3-5 C-Atomen, -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -, -O-CH <sub>2</sub> -O- oder -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O-,
15	R <sup>3</sup>	Alkyl mit 1-6 C-Atomen,
	R <sup>4</sup>	Alkyl mit 1-6 C-Atomen,
	X	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2-5</sub> -R <sup>8</sup> , 4-R <sup>8</sup> -Cyclohexyl, 4-R <sup>8</sup> -Phenyl oder 4-(R <sup>8</sup> -Methyl)-phenyl.
20	in If	R <sup>1</sup> , R <sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander H, A, OH, OA oder Hal,
	R <sup>1</sup> und R <sup>2</sup>	zusammen auch Alkyl mit 3-5 C-Atomen, -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -, -O-CH <sub>2</sub> -O- oder -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O-,
25	R <sup>3</sup>	Alkyl mit 1-6 C-Atomen,
	R <sup>4</sup>	Alkyl mit 1-6 C-Atomen,
	X	-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2-5</sub> -R <sup>8</sup> , worin eine CH <sub>2</sub> -Gruppe durch O ersetzt sein kann, 4-R <sup>8</sup> -Cyclohexyl, 4-R <sup>8</sup> -Phenyl oder 4-(R <sup>8</sup> -Methyl)-phenyl,
30	R <sup>8</sup>	COOH oder COOA.

Die Verbindungen der Formel I und auch die Ausgangsstoffe zu ihrer Herstellung werden im übrigen nach an sich bekannten Methoden hergestellt, wie sie in der Literatur (z.B. in den Standardwerken wie Houben-Weyl, Methoden der organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart), beschrieben sind, und zwar unter Reaktionsbedingungen, die für die genannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann man auch



von an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten Gebrauch machen.

5 In den Verbindungen der Formeln II oder III haben  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$  und X die angegebenen Bedeutungen, insbesondere die angegebenen bevorzugten Bedeutungen.

10 Falls L eine reaktionsfähige veresterte OH-Gruppe bedeutet, so ist diese vorzugsweise Alkylsulfonyloxy mit 1-6 C-Atomen (bevorzugt Methylsulfonyloxy) oder Arylsulfonyloxy mit 6-10 C-Atomen (bevorzugt Phenyl- oder p-Tolylsulfonyloxy, ferner auch 2-Naphthalinsulfonyloxy).

15 Die Verbindungen der Formel I können vorzugsweise erhalten werden, indem man Verbindungen der Formel II mit Verbindungen der Formel III umsetzt.

Die Ausgangsstoffe können, falls erwünscht, auch in situ gebildet werden, so daß man sie aus dem Reaktionsgemisch nicht isoliert, sondern sofort weiter zu den Verbindungen der Formel I umsetzt.

20 Andererseits ist es möglich, die Reaktion stufenweise durchzuführen.

Die Ausgangsverbindungen der Formel II und III sind in der Regel bekannt. Sind sie nicht bekannt, so können sie nach an sich bekannten Methoden hergestellt werden.

25 Verbindungen der Formel II können nach literaturbekannten Methoden z.B. aus 4-Amino-3-alkoxycarbonylpyrazolen durch Cyclisierung mit Nitrilen und nachfolgender Umsetzung der Cyclisierungsprodukte mit Phosphoroxychlorid hergestellt werden (analog zu Houben Weyl E9b/2).

30 Im einzelnen erfolgt die Umsetzung der Verbindungen der Formel II mit den Verbindungen der Formel III in Gegenwart oder Abwesenheit eines inerten Lösungsmittels bei Temperaturen zwischen etwa -20 und etwa 150°, vorzugsweise zwischen 20 und 100°.

35 Der Zusatz eines säurebindenden Mittels, beispielsweise eines Alkali- oder Erdalkalimetall-hydroxids, -carbonats oder -bicarbonats oder eines anderen Salzes einer schwachen Säure der Alkali- oder Erdalkalimetalle, vor-

zugsweise des Kaliums, Natriums oder Calciums, oder der Zusatz einer organischen Base wie Triethylamin, Dimethylamin, Pyridin oder Chinolin oder eines Überschusses der Aminkomponente kann günstig sein.

- 5 Als inerte Lösungsmittel eignen sich z.B. Kohlenwasserstoffe wie Hexan, Petrolether, Benzol, Toluol oder Xylol; chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Trichlorethylen, 1,2-Dichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform oder Dichlormethan; Alkohole wie Methanol, Ethanol, Isopropanol, n-Propanol, n-Butanol oder tert.-Butanol; Ether wie Diethylether, Diisopropylether, Tetrahydrofuran (THF) oder Dioxan; Glykolether wie Ethylenglykolmono-
- 10 methyl- oder -monoethylether (Methylglykol oder Ethylglykol), Ethylenglykoldimethylether (Diglyme); Ketone wie Aceton oder Butanon; Amide wie Acetamid, Dimethylacetamid, N-Methylpyrrolidon oder Dimethylformamid (DMF); Nitrile wie Acetonitril; Sulfoxide wie Dimethylsulfoxid (DMSO);
- 15 Nitroverbindungen wie Nitromethan oder Nitrobenzol; Ester wie Ethylacetat oder Gemische der genannten Lösungsmittel.

- Es ist ferner möglich, in einer Verbindung der Formel I einen Rest X in einen anderen Rest X umzuwandeln, z.B. indem man einen Ester oder eine
- 20 Cyangruppe zu einer COOH-Gruppe hydrolysiert.

Estergruppen können z.B. mit NaOH oder KOH in Wasser, Wasser-THF oder Wasser-Dioxan bei Temperaturen zwischen 0 und 100° verseift werden.

- Carbonsäuren können z.B. mit Thionylchlorid in die entsprechenden Carbonsäurechloride und diese in Carbonsäureamide umgewandelt werden.
- 25 Durch Wasserabspaltung in bekannter Weise erhält man aus diesen Carbonitrile.

- Eine Säure der Formel I kann mit einer Base in das zugehörige Säureadditionssalz übergeführt werden, beispielsweise durch Umsetzung äquivalenter Mengen der Säure und der Base in einem inerten Lösungsmittel wie Ethanol und anschließendes Eindampfen. Für diese Umsetzung kommen insbesondere Basen in Frage, die physiologisch unbedenkliche Salze liefern.
- 30

- 35 So kann die Säure der Formel I mit einer Base (z.B. Natrium- oder Kaliumhydroxid oder -carbonat) in das entsprechende Metall-, insbesondere

Alkalimetall- oder Erdalkalimetall-, oder in das entsprechende Ammoniumsalz umgewandelt werden.

5 Für diese Umsetzung kommen insbesondere auch organische Basen in Frage, die physiologisch unbedenkliche Salze liefern, wie z.B. Ethanolamin.

10 Andererseits kann eine Base der Formel I mit einer Säure in das zugehörige Säureadditionssalz übergeführt werden, beispielsweise durch Umsetzung äquivalenter Mengen der Base und der Säure in einem inerten Lösungsmittel wie Ethanol und anschließendes Eindampfen. Für diese Umsetzung kommen insbesondere Säuren in Frage, die physiologisch unbedenkliche Salze liefern. So können anorganische Säuren verwendet werden, z.B. Schwefelsäure, Salpetersäure, Halogenwasserstoffsäuren wie Chlorwasserstoffsäure oder Bromwasserstoffsäure, Phosphorsäuren wie  
15 Orthophosphorsäure, Sulfaminsäure, ferner organische Säuren, insbesondere aliphatische, alicyclische, araliphatische, aromatische oder heterocyclische ein- oder mehrbasige Carbon-, Sulfon- oder Schwefelsäuren, z.B. Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Pivalinsäure, Diethylelessigsäure, Malonsäure, Bernsteinsäure, Pimelinsäure, Fumarsäure, Maleinsäure, Milchsäure, Weinsäure, Äpfelsäure, Citronensäure, Gluconsäure,  
20 Ascorbinsäure, Nicotinsäure, Isonicotinsäure, Methan- oder Ethansulfonsäure, Ethandisulfonsäure, 2-Hydroxyethansulfonsäure, Benzolsulfonsäure, p-Toluolsulfonsäure, Naphthalin-mono- und -disulfonsäuren, Laurylschwefelsäure. Salze mit physiologisch nicht unbedenklichen Säuren, z.B. Pikrate, können zur Isolierung und /oder Aufreinigung der Verbindungen der Formel I verwendet werden.  
25

30 Gegenstand der Erfindung ist ferner die Verwendung der Verbindungen der Formel I und/oder ihrer physiologisch unbedenklichen Salze zur Herstellung pharmazeutischer Zubereitungen, insbesondere auf nicht-chemischem Wege. Hierbei können sie zusammen mit mindestens einem festen, flüssigen und/oder halbflüssigen Träger- oder Hilfsstoff und gegebenenfalls in Kombination mit einem oder mehreren weiteren Wirkstoffen in eine geeignete Dosierungsform gebracht werden.

35

Gegenstand der Erfindung sind auch Arzneimittel der Formel I und ihre physiologisch unbedenklichen Salze als Phosphodiesterase V-Hemmer.

5 Gegenstand der Erfindung sind ferner pharmazeutische Zubereitungen, enthaltend mindestens eine Verbindung der Formel I und/oder eines ihrer physiologisch unbedenklichen Salze.

10 Diese Zubereitungen können als Arzneimittel in der Human- oder Veterinärmedizin verwendet werden. Als Trägerstoffe kommen organische oder anorganische Substanzen in Frage, die sich für die enterale (z.B. orale), parenterale oder topische Applikation eignen und mit den neuen Verbindungen nicht reagieren, beispielsweise Wasser, pflanzliche Öle, Benzylalkohole, Alkylenglykole, Polyethylenglykole, Glycerintriacetat, Gelatine, Kohlehydrate wie Lactose oder Stärke, Magnesiumstearat, Talk, Vaseline.

15 Zur oralen Anwendung dienen insbesondere Tabletten, Pillen, Dragees, Kapseln, Pulver, Granulate, Sirupe, Säfte oder Tropfen, zur rektalen Anwendung Suppositorien, zur parenteralen Anwendung Lösungen, vorzugsweise ölige oder wässrige Lösungen, ferner Suspensionen, Emulsionen oder Implantate, für die topische Anwendung Salben, Cremes oder

20 Puder. Die neuen Verbindungen können auch lyophilisiert und die erhaltenen Lyophilisate z.B. zur Herstellung von Injektionspräparaten verwendet werden. Die angegebenen Zubereitungen können sterilisiert sein und/oder Hilfsstoffe wie Gleit-, Konservierungs-, Stabilisierungs- und/oder Netzmittel, Emulgatoren, Salze zur Beeinflussung des osmotischen Druckes,

25 Puffersubstanzen, Farb-, Geschmacks- und /oder mehrere weitere Wirkstoffe enthalten, z.B. ein oder mehrere Vitamine.

30 Die Verbindungen der Formel I und ihre physiologisch unbedenklichen Salze können bei der Bekämpfung von Krankheiten, bei denen eine Erhöhung des cGMP(cyclo-Guanosin-monophosphat)-Spiegels zu Entzündungshemmung oder -verhinderung und Muskelentspannung führt, eingesetzt werden. Besondere Verwendung können die erfindungsgemäßen Verbindungen bei der Behandlung von Krankheiten des Herzkreislaufsystems und zur Behandlung und/oder Therapie von Potenzstörungen

35 finden.

Dabei werden die Substanzen in der Regel vorzugsweise in Dosierungen zwischen etwa 1 und 500 mg, insbesondere zwischen 5 und 100 mg pro Dosierungseinheit verabreicht. Die tägliche Dosierung liegt vorzugsweise zwischen etwa 0,02 und 10 mg/kg Körpergewicht. Die spezielle Dosis für  
5 jeden Patienten hängt jedoch von den verschiedensten Faktoren ab, beispielsweise von der Wirksamkeit der eingesetzten speziellen Verbindung, vom Alter, Körpergewicht, allgemeinen Gesundheitszustand, Geschlecht, von der Kost, vom Verabreichungszeitpunkt und -weg, von der Ausscheidungsgeschwindigkeit, Arzneistoffkombination und Schwere der jeweiligen  
10 Erkrankung, welcher die Therapie gilt. Die orale Applikation ist bevorzugt.

Vor- und nachstehend sind alle Temperaturen in °C angegeben. In den nachfolgenden Beispielen bedeutet "übliche Aufarbeitung": Man gibt, falls erforderlich, Wasser hinzu, stellt, falls erforderlich, je nach Konstitution des  
15 Endprodukts auf pH-Werte zwischen 2 und 10 ein, extrahiert mit Ethylacetat oder Dichlormethan, trennt ab, trocknet die organische Phase über Natriumsulfat, dampft ein und reinigt durch Chromatographie an Kieselgel und /oder durch Kristallisation.

20 Massenspektrometrie (MS): EI (Elektronenstoß-Ionisation)  $M^+$   
FAB (Fast Atom Bombardment)  $(M+H)^+$

#### Beispiel 1

25 3 g 3-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäuremethylester und 1,9 g 3-Chlor-4-methoxybenzylamin ("A") in 50 ml Dimethylformamid (DMF) werden in Gegenwart von Kaliumcarbonat 12 Stunden bei 60° gerührt. Nach Filtration wird das Lösungsmittel entfernt und wie üblich aufgearbeitet. Man erhält 4,6 g 3-[7-(3-Chlor-4-methoxy-  
30 benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäuremethylester als farbloses Öl.

Analog erhält man durch Umsetzung von "A"

35 mit 2-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-essigsäuremethylester

2-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-essigsäuremethylester.

5 Analog erhält man durch Umsetzung von 3,4-Methylendioxybenzylamin mit 3-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäuremethylester

3-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäuremethylester.

10 Analog erhält man durch Umsetzung von "A"

mit 4-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäuremethylester

15 4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäuremethylester.

20 Analog erhält man durch Umsetzung von 3,4-Methylendioxybenzylamin mit 4-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäuremethylester

4-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäuremethylester.

25 Analog erhält man durch Umsetzung von "A"

mit 5-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäuremethylester

30 5-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäuremethylester.

Analog erhält man durch Umsetzung von 3,4-Methylendioxybenzylamin

35 mit 5-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäuremethylester

5-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäuremethylester.

Analog erhält man durch Umsetzung von "A"

5

mit 7-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-heptansäuremethylester

7-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-heptansäuremethylester.

10

Analog erhält man durch Umsetzung von 3,4-Methylendioxybenzylamin

mit 7-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-heptansäuremethylester

15

7-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-heptansäuremethylester.

Analog erhält man durch Umsetzung von "A"

20

mit 2-[4-(7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl)-cyclohex-1-yl]-essigsäuremethylester

2-[4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexyl-1-yl]-essigsäuremethylester.

25

Analog erhält man durch Umsetzung von 3,4-Methylendioxybenzylamin

mit 2-[4-(7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl)-cyclohex-1-yl]-essigsäuremethylester

30

2-[4-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexyl-1-yl]-essigsäuremethylester.

Analog erhält man durch Umsetzung von Benzylamin

35

mit 3-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäuremethylester

3-[7-Benzylamino-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäuremethylester;

5 mit 4-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-  
buttersäuremethylester  
4-[7-Benzylamino-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäuremethylester;

10 mit 5-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-  
valeriansäuremethylester  
5-[7-Benzylamino-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäuremethylester.

15 Analog erhält man durch Umsetzung von "A"

mit 4-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-  
cyclohexancarbonsäuremethylester  
4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-  
pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexancarbonsäuremethylester  
20

und durch Umsetzung von 3,4-Methylendioxybenzylamin  
4-[7-(3,4-methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-  
pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexancarbonsäuremethylester.

25 Beispiel 2

4,3 g 3-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-  
pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäuremethylester werden in 30 ml  
Tetrahydrofuran (THF) gelöst und nach Zugabe von 10 ml 10 %iger NaOH  
30 8 Stunden bei 60° gerührt. Nach Zugabe von 10 %iger HCl werden die  
ausgefallenen Kristalle abgetrennt und aus Methanol umkristallisiert. Man  
erhält 3,7 g 3-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-  
pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäure, F. 178°.

35 Durch Eindampfen mit der äquivalenten Menge methanolischer Kalilauge  
erhält man das Kaliumsalz der Säure als amorphes Pulver.



Analog erhält man aus den in Beispiel 1 aufgeführten Estern die Verbindungen

- 5            2-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-essigsäure,
- 3-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäure,
- 10           4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 152°;
- 4-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 172°;
- 15           5-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure, F. 159°;
- 5-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure, Ethanolamin-Salz, F. 160°;
- 20           7-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-heptansäure,
- 7-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-heptansäure,
- 25           2-{4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexyl-1-yl}-essigsäure,
- 30           2-{4-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexyl-1-yl}-essigsäure,
- 3-[7-Benzylamino-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäure,
- 35

4-[7-Benzylamino-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure,

5            5-[7-Benzylamino-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure, F. 185°;

4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexancarbonsäure,

10

4-[7-(3,4-methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexancarbonsäure.

15            Analog erhält man die Verbindungen

5-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-isopropyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure, Cyclohexylamin-Salz, F. 148°;

20            4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-ethyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 176°;

4-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-ethyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 187°;

25

4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-ethyl-3-methyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 206°;

30            4-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-ethyl-3-methyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 177°;

4-[7-Benzylamino-1-methyl-3-ethyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 208°;

35            4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-methyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 250°;

4-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-methyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 225°;

5           4-[7-Benzylamino-1-methyl-3-methyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 201°;

5-[7-(4-Methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure, F. 160°;

10

5-[7-(3-Methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure, F. 141°;

15           5-[7-(4-Chlor-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure, F. 148°;

5-[7-(3-Chlor-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure, F. 151°;

20

### Beispiel 3

25           Eine Mischung von 1,8 g 4-[7-Chlor-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-phenylcarbonsäuremethylester ("B") und 1,5 g 3-Chlor-4-methoxy-benzylamin in 20 ml N-Methylpyrrolidon wird 4 Stunden auf 110° erwärmt. Nach dem Abkühlen wird wie üblich aufgearbeitet. Man erhält 2,2 g 4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-benzoesäuremethylester.

30           Analog Beispiel 2 erhält man aus 1,2 g des Esters daraus 1,0 g 4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-benzoesäure, Ethanolamin-Salz, F. 139°.

35           Analog Beispiel 1 erhält man aus "B" und 3,4-Methylendioxybenzylamin 4-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-benzoesäuremethylester und daraus durch Esterhydrolyse

4-[7-(3,4-Methylenedioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-benzoesäure.

Analog erhält man die Verbindung

5        4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-phenylelessigsäure, Glucaminsalz, F. 114°

und

10       4-[7-(3,4-Methylenedioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-phenylelessigsäure.

#### Beispiel 4

15       1 Äquivalent 3-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäure und 1,2 Äquivalente Thionylchlorid werden 2 Stunden in Dichlormethan gerührt. Das Lösungsmittel wird entfernt und man erhält 3-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäurechlorid. Man überführt in wässriges Ammoniak, rührt eine Stunde und erhält nach  
20       üblicher Aufarbeitung 3-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäureamid.

#### Beispiel 5

25       1 Äquivalent DMF und 1 Äquivalent Oxalylchlorid werden bei 0° in Acetonitril gelöst. Danach wird 1 Äquivalent 3-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäureamid zugegeben. Es wird eine Stunde nachgerührt. Nach üblicher Aufarbeitung erhält man 3-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionitril.  
30

#### Beispiel 6

35       Analog den Beispielen 1, 2 und 3 erhält man durch Umsetzung der entsprechenden Chlor-pyrimidinderivate mit 3,4-Ethylenedioxybenzylamin die nachstehenden Carbonsäuren

4-[7-(3,4-Ethylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure,

5           3-[7-(3,4-Ethylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäure,

5-[7-(3,4-Ethylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure,

10           7-[7-(3,4-Ethylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-heptansäure,

15           2-[4-[7-(3,4-Ethylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexyl-1-yl]-essigsäure,

4-[7-(3,4-Ethylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexancarbonsäure,

20           4-[7-(3,4-Ethylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-benzoesäure,

4-[7-(3,4-Ethylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-benzoesäure,

25           4-[7-(3,4-Ethylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-phenylelessigsäure.

30           Analog erhält man durch Umsetzung mit 3,4-Dichlorbenzylamin die nachstehenden Verbindungen

4-[7-(3,4-Dichlorbenzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure, F. 209°;

35           3-[7-(3,4-Dichlorbenzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäure,

- 5-[7-(3,4-Dichlorbenzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure,
- 5        7-[7-(3,4-Dichlorbenzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-heptansäure,
- 2-{4-[7-(3,4-Dichlorbenzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-cyclohexyl-1-yl}-essigsäure,
- 10        4-[7-(3,4-Dichlorbenzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-cyclohexancarbonsäure,
- 4-[7-(3,4-Dichlorbenzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-benzoesäure,
- 15        4-[7-(3,4-Dichlorbenzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-phenylelessigsäure.
- 20        Analog erhält man durch Umsetzung mit 3-Chlor-4-ethoxybenzylamin die nachstehenden Verbindungen
- 4-[7-(3-Chlor-4-ethoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-buttersäure,
- 25        3-[7-(3-Chlor-4-ethoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-propionsäure,
- 5-[7-(3-Chlor-4-ethoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure,
- 30        7-[7-(3-Chlor-4-ethoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-heptansäure,
- 2-{4-[7-(3-Chlor-4-ethoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-yl]-cyclohexyl-1-yl}-essigsäure,
- 35

4-[7-(3-Chlor-4-ethoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexancarbonsäure,

5           4-[7-(3-Chlor-4-ethoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-benzoesäure,

4-[7-(3-Chlor-4-ethoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-phenylelessigsäure.

10

Analog erhält man durch Umsetzung mit 3-Chlor-4-isopropoxybenzylamin die nachstehenden Verbindungen

15           4-[7-(3-Chlor-4-isopropoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure,

3-[7-(3-Chlor-4-isopropoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-propionsäure,

20           5-[7-(3-Chlor-4-isopropoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-valeriansäure,

7-[7-(3-Chlor-4-isopropoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-heptansäure,

25

2-{4-[7-(3-Chlor-4-isopropoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexyl-1-yl}-essigsäure,

30           4-[7-(3-Chlor-4-isopropoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-cyclohexancarbonsäure,

4-[7-(3-Chlor-4-isopropoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-benzoesäure,

35

4-[7-(3-Chlor-4-isopropoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-phenylelessigsäure.

Beispiel 7

Analog den Beispielen 1 und 2 erhält man die Verbindung

5

[7-(3-Chloro-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-d]pyrimidin-5-ylmethoxy]-acetic acid, Ethanolaminsalz, F. 138°.

10

15

20

25

30

35



Die nachfolgenden Beispiele betreffen pharmazeutische Zubereitungen:

**Beispiel A: Injektionsgläser**

5

Eine Lösung von 100 g eines Wirkstoffes der Formel I und 5 g Dinatriumhydrogenphosphat wird in 3 l zweifach destilliertem Wasser mit 2 n Salzsäure auf pH 6,5 eingestellt, steril filtriert, in Injektionsgläser abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jedes Injektionsglas enthält 5 mg Wirkstoff.

10

**Beispiel B: Suppositorien**

Man schmilzt ein Gemisch von 20 g eines Wirkstoffes der Formel I mit 100 g Sojalecithin und 1400 g Kakaobutter, gießt in Formen und läßt erkalten. Jedes Suppositorium enthält 20 mg Wirkstoff.

15

**Beispiel C: Lösung**

Man bereitet eine Lösung aus 1 g eines Wirkstoffes der Formel I, 9,38 g  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ , 28,48 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  und 0,1 g Benzalkoniumchlorid in 940 ml zweifach destilliertem Wasser. Man stellt auf pH 6,8 ein, füllt auf 1 l auf und sterilisiert durch Bestrahlung. Diese Lösung kann in Form von Augentropfen verwendet werden.

20

25

**Beispiel D: Salbe**

Man mischt 500 mg eines Wirkstoffes der Formel I mit 99,5 g Vaseline unter aseptischen Bedingungen.

30

**Beispiel E: Tabletten**

Ein Gemisch von 1 kg Wirkstoff der Formel I, 4 kg Lactose, 1,2 kg Kartoffelstärke, 0,2 kg Talk und 0,1 kg Magnesiumstearat wird in üblicher Weise zu Tabletten verpreßt, derart, daß jede Tablette 10 mg Wirkstoff enthält.

35

**Beispiel F: Dragees**

- 5 Analog Beispiel E werden Tabletten gepreßt, die anschließend in üblicher Weise mit einem Überzug aus Saccharose, Kartoffelstärke, Talk, Tragant und Farbstoff überzogen werden.

**Beispiel G: Kapseln**

- 10 2 kg Wirkstoff der Formel I werden in üblicher Weise in Hartgelatine-kapseln gefüllt, so daß jede Kapsel 20 mg des Wirkstoffs enthält.

**Beispiel H: Ampullen**

- 15 Eine Lösung von 1 kg Wirkstoff der Formel I in 60 l zweifach destilliertem Wasser wird steril filtriert, in Ampullen abgefüllt, unter sterilen Bedingungen lyophilisiert und steril verschlossen. Jede Ampulle enthält 10 mg Wirkstoff.

20 **Beispiel I: Inhalations-Spray**

- Man löst 14 g Wirkstoff der Formel I in 10 l isotonischer NaCl-Lösung und füllt die Lösung in handelsübliche Sprühgefäße mit Pump-Mechanismus. Die Lösung kann in Mund oder Nase gesprüht werden. Ein Sprühstoß (et-  
25 wa 0,1 ml) entspricht einer Dosis von etwa 0,14 mg.

30

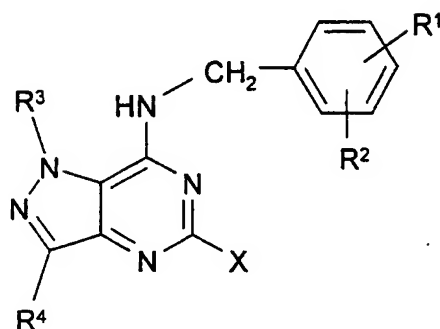
35

# Patentansprüche

## 1. Verbindungen der Formel I

5

10



I

worin

15

$R^1, R^2$  jeweils unabhängig voneinander H, A, OH, OA oder Hal,

$R^1$  und  $R^2$  zusammen auch Alkylen mit 3-5 C-Atomen,  
 -O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-, -O-CH<sub>2</sub>-O- oder  
 -O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-,

20

$R^3, R^4$  jeweils unabhängig voneinander H oder A,

X einfach durch  $R^8$  substituiertes  $R^5$ ,  $R^6$  oder  $R^7$ ,

25

$R^5$  lineares oder verzweigtes Alkylen mit 1-10 C-Atomen,  
 worin eine oder zwei CH<sub>2</sub>-Gruppen durch -CH=CH-  
 Gruppen, O, S oder SO ersetzt sein können,

$R^6$  Cycloalkyl oder Cycloalkylalkylen mit 5-12 C-Atomen,

30

$R^7$  Phenyl oder Phenylmethyl,

$R^8$  COOH, COOA, CONH<sub>2</sub>, CONHA, CON(A)<sub>2</sub> oder CN,

35

A Alkyl mit 1 bis 6 C-Atomen und

Hal F, Cl, Br oder I

bedeuten,

5 sowie deren physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate.

2. Verbindungen der Formel I gemäß Anspruch 1

10 (a) 5-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-pentansäure;

(b) 4-[7-(3-Chlor-4-methoxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-benzoesäure;

15 (c) 4-[7-(3,4-Methylendioxy-benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-buttersäure;

(d) 5-[7-(Benzylamino)-1-methyl-3-propyl-1*H*-pyrazolo[4,3-*d*]pyrimidin-5-yl]-pentansäure

20 sowie deren physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate.

3. Verfahren zur Herstellung

25 von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 sowie deren Salzen,

dadurch gekennzeichnet, daß man

30 a) eine Verbindung der Formel II

35

5



II

worin

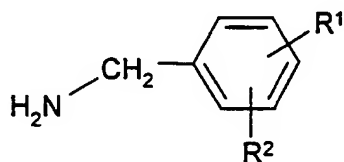
10

R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> und X die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben,

und L Cl, Br, OH, SCH<sub>3</sub> oder eine reaktionsfähige veresterte OH-Gruppe bedeutet,

15

mit einer Verbindung der Formel III



III

20

worin

R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> die angegebenen Bedeutungen haben,

umsetzt,

25

oder

30

b) in einer Verbindung der Formel I einen Rest X in einen anderen Rest X umwandelt, indem man z.B. eine Estergruppe zu einer COOH-Gruppe hydrolysiert oder eine COOH-Gruppe in ein Amid oder in eine Cyangruppe umwandelt

und/oder daß man eine Verbindung der Formel I in eines ihrer Salze überführt.

35

- 5 4. Verfahren zur Herstellung pharmazeutischer Zubereitungen, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Verbindung der Formel I nach Anspruch 1 und/oder eines ihrer physiologischen unbedenklichen Salze und Solvate zusammen mit mindestens einem festen, flüssigen oder halbflüssigen Träger- oder Hilfsstoff in eine geeignete Dosierungsform bringt.
- 10 5. Pharmazeutische Zubereitung, gekennzeichnet durch einen Gehalt an mindestens einer Verbindung der Formel I nach Anspruch 1 und/oder einem ihrer physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate.
- 15 6. Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Bekämpfung von Krankheiten des Herz-Kreislaufsystems und zur Behandlung und/oder Therapie von Potenzstörungen.
- 20 7. Arzneimittel der Formel I nach Anspruch 1 und ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate als Phosphodiesterase V-Hemmer.
8. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels.
- 25 9. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach Anspruch 1 und/oder ihre physiologisch unbedenklichen Salze und Solvate zur Herstellung eines Arzneimittels zur Bekämpfung von Krankheiten des Herz-Kreislaufsystems und zur Behandlung und/oder Therapie von Potenzstörungen.

30

35